



## Co znaczy widzieć – błędne wyobrażenia uczniów

Marcin Braun\*

Ten artykuł powstał z dwóch powodów. Po pierwsze, na świecie przeprowadzono wiele badań, których rezultaty pomogą skuteczniej uczyć optyki. Chciałbym przedstawić je polskim nauczycielom. Mam nadzieję, że bardziej zainteresowani Czytelnicy sięgną do cytowanych prac. Można je znaleźć w bibliotekach wielu wyższych uczelni. Po drugie, jako autor podręcznika do gimnazjum, spotykałem się z zarzutami: „Po co pisać, że w procesie widzenia światło wpada do oka? Inni nie piszą, bo to oczywiste”. Albo: „Po co wykazywać doświadczalnie, że światło odbija się od dłoni? Przecież jakby się nie odbijało, to byśmy jej nie widzieli”. Nie wszystkim miałem okazję odpowiedzieć osobiście, może więc wątpliwości innych osób rozwieję w tej formie.

### Wiedza potoczna, „wiedza ujemna”

Gdyby uczniowie przychodzili na pierwszą lekcję z zerową wiedzą, od razu byłoby wiadomo, czego ich trzeba nauczyć: wszystkiego. Tak jednak nie jest. Z jednej strony często mają już wiadomości, do których na lekcjach można się odwoływać. Z drugiej, niestety, utrwaliли sobie różne błędne przekonania. „Wiedzą” na przykład, że aby ciało poruszało się ze stałą prędkością, potrzebna jest siła. W końcu, gdy zdejmujemy nogę z gazu, samochód zmniejsza prędkość. Nauczyciel musi nie tylko wprowadzać nowe wiadomości, ale też wykorzeniać tę nieprawidłową wiedzę potoczną. O ile jednak przytoczony wcześniej przykład nieznamości zasady bezwładności jest dosyć znany, o tyle rzadziej mówi się o wiedzy potocznej w dziedzinie optyki.

### Widzenie aktywne – oko jako radar

„Tam sięgaj, gdzie wzrok nie sięga” – radzi Mickiewicz, a i my na co dzień mówimy „sięgnąć wzrokiem”, podobnie jak „skierować *na coś* wzrok” czy choćby „popatrzeć *na coś*”. Nie myślimy zwykle o tym, że te sformułowania są sprzeczne z naszą wiedzą z fizyki. Sugerują one bowiem, że w procesie widzenia zachodzi jakiś ruch *od oka do przedmiotu*. I nic dziwnego: wywodzą się one z czasów, gdy tak właśnie wyobrażano sobie proces widzenia.

Dziś wiemy, że jest przeciwnie. Widzimy dzięki światłu, ono zaś wychodzi z przedmiotu (niezależnie od tego, czy jest przezeń emitowane, czy tylko odbijane) i trafia do oka.

---

\* Marcin Braun jest współautorem podręczników do nauczania fizyki w gimnazjum (*To jest fizyka*), w szkole ponadgimnazjalnej (*Odkryć fizykę*), a także przyrody w szkole podstawowej (*Na tropach przyrody*).

Ten fakt bywa często traktowany jako tak oczywisty, że nie trzeba nawet o nim pisać w podręcznikach ani mówić na lekcji. Nic bardziej błędnego! Dopóki uczniowie nie dowiedzą się, na czym naprawdę polega widzenie, ich wyobrażenia są takie, jak przed wiekami – i jak to sugeruje język potoczny.

Na początku lat dziewięćdziesiątych przeprowadzono w Polsce badania opisane w pracy [1]. Pytano w nich uczniów m.in. „jak to się dzieje, że widzisz trzymany w ręku długopis”. Z częścią uczniów (36 osób przed nauczaniem optyki i 24 po zakończeniu tego działu) przeprowadzono dłuższe wywiady, aby lepiej zrozumieć ich odpowiedzi.

Okazało się, że prawidłowe wyjaśnienie przedstawiło prawie 2/3 uczniów po kursie optyki i ani jeden przed tym kursem. Niestety, grupa uczniów rozumujących błędnie była spora. Aż 19% uczniów przed nauczaniem optyki uważało, że jakiś promień lub impuls wychodzi z oka do przedmiotu, a następnie wraca do oka. Tak więc wyobrażali sobie oni nasz narząd wzroku jako rodzaj radaru. A teraz najciekawsza – i najbardziej niepokojąca – wiadomość. Wśród uczniów, którzy już się uczyli optyki, taki pogląd prezentowało **więcej** osób, bo aż 25%.

Na marginesie wspomnijmy, że z całą książką, w której znajduje się praca [1], warto zapoznać się z jeszcze jednego powodu. Otóż słyszymy coraz częściej, jak wysoki poziom fizyki mieliśmy dawniej i jak strasznie spadł on w ostatnich latach. Gdy zamiast polegać na własnej pamięci zajrzemy do wyników badań, okaże się, że w „dawnych dobrych czasach” wcale nie było tak różowo. Poziom był wysoki w programach nauczania i podręcznikach, ale nie w głowach uczniów.

### **Oko jako radar**

Wróćmy jednak do problemu z mechanizmem widzenia. Dotyczy on nie tylko Polski. Podobne wyniki otrzymali badacze w wielu krajach (niektóre z nich omówiono w pracach [1] i [2]). Oprócz zwolenników „aktywnego widzenia” wśród uczniów można znaleźć i takich, którzy wiedzą, że światło musi paść na przedmiot, nie rozumieją jednak, że następnie musi się ono odbić i trafić do oka. Według nich bieg światła kończy się na przedmiocie, który zmienia właściwości – staje się oświetlony i dzięki temu widoczny. Inni z kolei uważają, że światło jest potrzebne po to, aby oświetlić oko. Wreszcie niektórzy uważają, że „widzimy po prostu dlatego, że mamy oczy” i nie dostrzegają związku widzenia ze światłem.

Skąd ta sytuacja? Autorzy pracy [2] piszą:

Oko wspomiane jest w podręcznikach w kontekście urządzeń optycznych, jako przykład „gadżetu” z zastosowaniem soczewki, wśród innych przyrządów optycznych. (...) W nauczaniu optyki często przyjmuje się za oczywisty fakt, że światło musi wpaść do oka, aby nastąpiło widzenie. Rzadko zauważa się, że uczenia trzeba do tego przekonać.

### Czy kartka odbija światło?

Skoro uczniowie nie kojarzą widzenia z odbiciem światła, to możliwość zobaczenia dłoni czy kartki papieru wcale nie jest dla nich dowodem na to, że światło odbija się od tych ciał. Dzieci na ogół sądzą, że światło odbija się tylko od zwierciadła, bo światłem odbitym od zwierciadła można coś oświetlić. Przeglądanie się w zwierciadle wcale nie musi być dla dziecka dowodem na odbicie światła, ale „puszczanie zajęczków” już tak.

„Światło odbija się od lustra, ale od papieru się nie odbija. Ono tam zostaje” – mówi czternastolatka w badaniach opisanych w książce [3]. „Światło nie odbija się od waty, ona jest zbyt miękka” – mówi inny uczeń. Co zrobić, aby przeciwdziałać takim poglądom? Radę znajdziemy w tej samej książce:

„Można za podstawę przyjąć przypadek zwierciadła, bo większość dzieci doskonale wie, że odbija ono światło. Dzieci tłumaczą to faktem, że za pomocą lusterka można oświetlić inny przedmiot albo skierować światło na kogoś. Z białą kartką papieru możemy powtórzyć podobne doświadczenia: w letnie południe biała kartka lśni w świetle słonecznym; w zaciemnionym pokoju łatwo zobaczyć, jak jasny przedmiot oświetlamy światłem odbitym od kawałka białego papieru”.

### Światło jako spoczywająca substancja

Okazuje się, że nie tylko proces widzenia, ale samo pojęcie światła bywa przez uczniów rozumiane w różny sposób. Wielu uczniów wyobraża je sobie na podobieństwo powietrza, jako substancję wypełniającą przestrzeń. Mówimy przecież „tutaj jest więcej światła”, „stań w świetle”. W pracy [2], czytamy, że takie pojęcie o świetle ma nie tylko 61% uczniów przed kursem optyki, ale jeszcze 45% po takim kursie!

Inni utożsamiają światła z jego źródłem. Na pytanie, czy światło się porusza, odpowiadają, że to zależy: na przykład światła jadącego samochodu poruszają się, a światło w pokoju (tj. żyrandol) – nie.

Wreszcie „światło” może oznaczać poświatę wokół płonącego przedmiotu. Wedle takiego rozumienia świeczka wysyła światło, ale przebywa ono tylko kilka centymetrów i nie dochodzi do naszych oczu (co nie przeszkadza w jego widzeniu, skoro mechanizm widzenia uczniowie wyobrażają sobie zupełnie inaczej).

#### Doświadczenie

1. W ciemnym pokoju włącz tylko lampkę oświetlającą część stołu.
2. W zaciemnionej części stołu połóż książkę.
3. Sprawdź, czy używając białej kartki lub dłoni jako lusterka, możesz tak oświetlić książkę, aby była lepiej widoczna.



Doświadczenie z [4]

### **Czy światło widać z boku?**

Według pracy [2] tak myśli połowa uczniów, i to zarówno przed kursem optyki, jak i po nim. Niestety, podręczniki do fizyki często nie tylko nie walczą z tym poglądem, ale jeszcze niechętnie go utrwalają. Przecież na wszystkich rysunkach przedstawia się promienie świetlne tak, jakbyśmy widzieli je z boku! Uczniom trzeba pokazać, dlaczego w rzeczywistości jest to niemożliwe. Wystarczy do tego proste doświadczenie ze wskaźnikiem laserowym. Jego światła także nie widać – dostrzec można tylko oświetloną przezeń plamkę na ścianie.

Sprawę pogarsza fakt, że w pewnych warunkach pozornie widzimy światło z boku. Dzieje się tak, gdy w powietrzu znajduje się kurz lub dym. Tak naprawdę oczywiście nie widzimy promienia światła bezpośrednio, ale światło rozproszone, które akurat trafiło do naszych oczu.

### **Czy po reformie będzie lepiej?**

We wrześniu 2015 roku do gimnazjów dotrą uczniowie po nowej podstawie programowej przyrody w klasach 4-6. W odróżnieniu od poprzedniej, bardzo ogólnikowej podstawy, zawiera ona konkretne zapisy dotyczące optyki:

[8.7. Uczeń] bada właściwości ogniskujące lupy, powstawanie obrazu widzanego przez lupę i podaje przykłady zastosowania lupy.

[11.4. Uczeń] bada doświadczalnie prostoliniowe rozchodzenie się światła i jego konsekwencje, np. camera obscura, cień.

[11.5. Uczeń] bada zjawisko odbicia światła: od zwierciadeł, powierzchni rozpraszających, elementów odblaskowych; podaje przykłady stosowania elementów odblaskowych dla bezpieczeństwa.

Widzimy, że wszystkie te wymagania to obowiązkowe doświadczenia. Napisano przecież „uczeń bada” a nie np. „uczeń objaśnia”. Miejmy nadzieję, że nauczyciele wezmą to pod uwagę i uczniowie naprawdę wykonają solidną porcję doświadczeń, które później będzie można powtórzyć na lekcjach optyki, tym razem jednak oczekując głębszego zrozumienia.

Niestety, nigdzie na napisano wprost, że uczeń objaśnia związek widzenia ze światłem. Miejmy nadzieję, że ten temat zostanie poruszony przy okazji obowiązkowego badania odbicia światła od powierzchni rozpraszających.

Sądzę jednak, że nawet mimo zmian podstaw programowych dla klas 4–6, w gimnazjum warto będzie rozpoczynać nauczanie optyki od najbardziej podstawowych zagadnień. Trudno oczekiwać, że uczniowie pamiętają wszystko sprzed kilku lat.

### **I wcale nie są głupi!**

Nauczyciel, od lat znający fizyczne wyjaśnienie procesu widzenia, może być zaszokowany pomysłami dzieci. Ale skąd one miałyby znać naukowe poglądy

na ten temat, jeśli nikt im ich wprost nie wyjaśnił? Nie oczekujemy od uczniów, że sami odkryją coś, co ludzkości zajęło wiele wieków. Chyba nie można ich uznać za głupich tylko dlatego, że nie są mądrzejsi od Platona:

[Bogowie] Sprawili, że ogień czysty, który jest wewnątrz nas i jest tej samej natury co ogień dnia, cieknie łagodnie i nieprzerwanie przez oczy. (...) Kiedy światło dzienne otacza ogień wypływający ze wzroku, wtedy podobne spotyka podobne, jednoczy się ściśle z nim i tworzy wzdłuż osi widzenia jedno spojone ciało. (...) Gdy teraz ten zespół dotknie jakiegoś przedmiotu, lub zostanie przezeń dotknięty, przesyła ruchy przez całe ciało aż do duszy i wywołuje to wrażenie zmysłowe, dzięki któremu mówimy, że widzimy [5].

### Literatura

- [1] B. Śniadek, *Rozumienie procesu widzenia a wiedza potoczna z zakresu optyki* [w:] H. Szydłowski (red.), *Nauczanie fizyki a wiedza potoczna uczniów*, wyd. UAM, Poznań 1991, s. 50–59.
- [2] I. Galili, A. Hazan, *Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis*, *International Journal of Science Education*, 2000, vol. 22, no. 1, s. 57–88, [http://sites.huji.ac.il/science/stc/courses\\_materials/85801\\_files/Optics-IJSE.pdf](http://sites.huji.ac.il/science/stc/courses_materials/85801_files/Optics-IJSE.pdf).
- [3] E. Guesne, *Light* [w:] R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien, *Children's ideas in science*, Open Univeristy Press, 1985.
- [4] M. Braun, W. Śliwa, *To jest fizyka. Podręcznik dla gimnazjum*, cz. 4, s. 13, wyd. Nowa Era, Warszawa 2011.
- [5] Platon, *Timajos* [w:] *Timajos. Kritias*, tłum. P. Siwek, PWN, Warszawa 1986 (cytowany fragment: 45 bcd, s. 56–57).

### Lektury polecane:

- N.J. Selley, *Children's ideas of light and vision*, *International Journal of Science Education*, 18 (1996): 713–723.
- *Foton 45, O przeszkodach poznawczych* (żółty zeszyt dydaktyczny, Zeszyt 2, 1996).